



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**
10 **DE 199 13 382 A 1**

51 Int. Cl.⁶:
G 11 B 5/584

21 Aktenzeichen: 199 13 382.4
22 Anmeldetag: 24. 3. 99
43 Offenlegungstag: 14. 10. 99

DE 199 13 382 A 1

30 Unionspriorität:
09/046723 24. 03. 98 US
71 Anmelder:
Quantum Corp., Milpitas, Calif., US
74 Vertreter:
Strohschänk und Kollegen, 81667 München

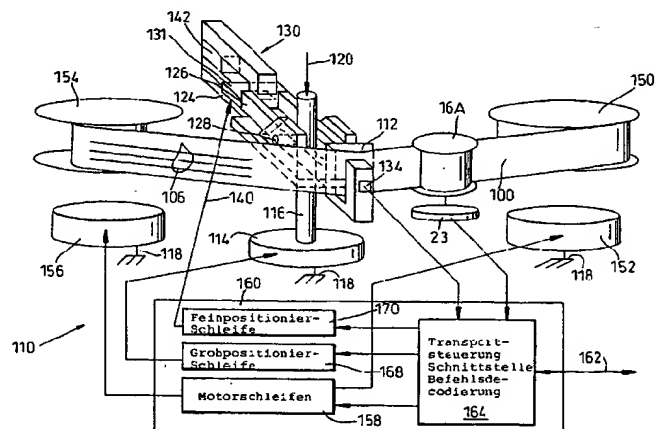
72 Erfinder:
Saliba, George A., Northboro, Mass., US; Mallick,
Satya, Milford, Mass., US; Kim, Chang, Holliston,
Mass., US; Turgeon, Carol, Franklin, Mass., US;
Cappabianca, Leo, Worcester, Mass., US; Cronis,
Lewis, Mendon, Mass., US

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Mehrkanaliges Magnetbandsystem mit einem optischen Spur-Servo

57 Ein magnetisches Speichermedium, das auf einer vorderen Hauptoberfläche eines Bandsubstrats ausgebildet ist, definiert eine Vielzahl von sich in Längsrichtung erstreckenden Daten-Aufzeichnungen und -Wiedergabe-Spuren, wobei jede Spur eine nominale seitliche Position bezüglich der anderen Spuren besitzt, während auf der hinteren Hauptoberfläche des Bandes eine vorbestimmte, optisch realisierte Servomusterspur definiert ist, die dazu dient, eine seitliche Verschiebung des Bandes aus der nominalen Seitenposition der Spur während der Bandbewegung über einen Lese/Schreib-Kopf anzuzeigen. Auch wird ein magnetisches Band-Aufzeichnungs- und -Wiedergabe-System beschrieben, welches das magnetische Speichermedium verwendet.



DE 199 13 382 A 1

Beschreibung

Bezugnahme auf zugehörige Anmeldungen

Die vorliegende Erfindung steht in Beziehung zu der in den USA am gleichen Tag eingereichten Patentanmeldung mit dem Titel "Dual-Actuator Pivoting Lever Tape Head Positioner", entsprechend der deutschen Patentanmeldung 199 13 384.0, deren Offenbarungsgehalt hier durch Bezugnahme mit aufgenommen wird.

Bereich der Erfindung

Die vorliegende Erfindung betrifft die Magnetbandaufzeichnung. Insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung ein mehrkanaliges Magnetband-Aufzeichnungssystem, bei dem ein optisches Spur-Servo verwendet wird, um seitliche Bandbewegungen und seitliche Spurbewegungen zu erfassen und zu korrigieren, wenn das Band in Längsrichtung über eine Kopf-Übertrager-Baueinheit gezogen wird.

Hintergrund der Erfindung

Die digitale Bandaufzeichnung bleibt eine entwicklungs-fähige Lösung zum Speichern von sehr großen Datenmengen. Herkömmlicherweise werden wenigstens zwei Wege beschritten, um digitale Information auf ein magnetisches Aufzeichnungsband aufzuzeichnen. Eine Lösungsmöglichkeit basiert darauf, daß das Band an einer rotierenden Kopfstruktur vorbeigezogen wird, die Verwenderinformation aufzeichnet und von diskontinuierlichen quer verlaufenden Spuren wiedergibt. Interaktive Servosysteme werden verwendet, um die Rotation der Kopfstruktur mit der Vorwärtsbewegung des Bandes zu synchronisieren. Eine andere Lösungsmöglichkeit besteht darin, das Band über einen nicht rotierenden Kopf mit einer beträchtlichen linearen Geschwindigkeit hinweg zu ziehen. Diese Lösungsmöglichkeit wird manchmal als lineare "Streaming"-Bandaufzeichnung und -Wiedergabe bezeichnet.

Eine zunehmende Datenspeicherkapazität und Wiedergewinnungsmöglichkeit werden bei allen handelsüblichen und entwicklungsfähigen Massenspeicher-Vorrichtungen und -Medien gefordert. Im Fall der linearen Bandaufzeichnung besteht ein populärer Trend zu Mehrkopf-Mehrkanal-Festkopfstrukturen mit schmalen Aufzeichnungsspalten und Spurbreiten, so daß viele lineare Spuren auf einem Bandmedium mit vorbestimmter Breite, beispielsweise 1,27 cm (0,5 Inch) Breite erzielt werden können. Auch werden die Bandsubstrate dünner gemacht, was zunehmende Bandlänge in Spulenpackungen mit kleinem Durchmesser möglich macht.

Wegen einer relativ hohen linearen Bandgeschwindigkeit und weil die Bandsubstrate weiterhin dünner und dünner gemacht werden, hat es sich als hoch problematisch erwiesen, ein Band an einer Bandkopfstruktur längs eines genauen, sich nicht ändernden linearen Weges vorbei zu ziehen. Ein Fehlerphänomen ist als "seitliche Bandbewegung" (LTM) bekannt. Die seitliche Bandbewegung ist eine Hauptquelle von Spurfehlern bei der linearen Bandaufzeichnung. Ein Versuch, die auf seitlicher Bandbewegung beruhenden Spurfehler zu minimieren, besteht darin, eine mehrere Walzen umfassende Bandführungsstruktur vorzusehen, wie sie in der US-Patentschrift 5,414,585 mit dem Titel "Rotating Tape Edge Guide" beschrieben ist, deren Offenbarungsgehalt hier durch Bezugnahme mit aufgenommen wird. Es hat sich zwar gezeigt, daß diese Vorgehensweise eine entwicklungs-fähige, auf einer Steuerung (open loop) beruhende Lösung des Problems der seitlichen Bandbewegung ist, doch können mit dem Einsatz von neuen Kopftechnologien, wie

z. B. von magnetoresistiven Leseköpfen, und neuen Aufzeichnungsmedien mit höherer Koerzitivkraft die Spurbreiten sehr klein werden und es können viele zusätzliche Spuren auf dem Band definiert werden. Unglücklicherweise ist die seitliche Bandbewegung hier ein begrenzender Faktor und ab einer gewissen Spurbreitenabmessung und Spurdichte ist es nicht möglich, dem Band genau genug zu folgen, um ein zuverlässiges Verhalten zu erzielen.

Eine Lösung zur Korrektur der seitlichen Bandbewegung besteht darin, magnetische Servospuren auf dem Band aufzuzeichnen oder voraufzuzeichnen, bevor es den Verwender erreicht. Diese Bänder sind als "vorformatierte" Bänder bekannt, und der Schritt, genaue Servospuren auf das Band aufzuzeichnen ist sowohl zeitraubend als auch kostspielig. Beispiele von Bandsystemen, die vorformatierte Bänder verwenden, sind in der US-Patentschrift 5,432,652 mit dem Titel "Servo and Data Format for Magnetic Tape Having Plural Space-Apart Servo Areas Interleaved with Data Track Areas Having Serpentine Track Scanning Using Any One of a Plurality of Number of Concurrently Accessed Tracks" beschrieben. Ein weiteres Beispiel wird durch die US-Patentschrift 5,675,448 mit dem Titel "Track Pitch Error Compensation System for Data Cartridge Tape Drives" gegeben.

Sobald man sich entschieden hat, getrennte magnetische Servospuren oder in die magnetischen Verwenderdaten Spuren eingebettete Servoinformation, die auf das Band aufgezeichnet sind, zu verwenden, muß ein geeigneter Grobpositions-/Feinpositions-Betätigungsmechanismus zum Bandlaufwerk hinzugefügt werden. Ein Beispiel für eine Schrittmotor/Schwingspulen-Betätigungsvorrichtung ist in der US-Patentschrift 5,280,402 mit dem Titel "Combined Stepper Motor and Voice Coil Head Positioning Apparatus" beschrieben.

Optische Servospuren wurden bei Floppy-Disks vorgesehen. Ein Beispiel für eine Floppy-Disk und ein kompatibles Laufwerk wird in der US-Patentschrift 5,065,387 mit dem Titel "Method and Apparatus for Generating Tracking Error Signals by Means of an Optical Servo System" beschrieben, deren Offenbarungsgehalt durch Bezugnahme hier mit aufgenommen wird.

Zwar haben diese bekannten Verfahren und Lösungsversuche im Bereich ihrer beabsichtigten Anwendungs- und Einsatzmöglichkeiten gearbeitet, doch fehlten Verbesserungen und Vereinfachungen bezüglich des Mediums und der Antriebsvorrichtung. Somit besteht ein bisher nicht befriedigter Bedarf für ein digitales Mehrspur-Mehrkanal-Band-Streaming-System, das die Einschränkungen und Nachteile der bekannten Lösungsversuche überwindet.

Zusammenfassung der Erfindung und Ziele

Ein allgemeines Ziel der vorliegenden Erfindung ist es, ein Band-Aufzeichnungssystem und ein Aufzeichnungsband mit einem optischen Servomuster zu schaffen, um eine Korrektur der seitlichen Bandbewegung in einer Weise zu ermöglichen, die die Beschränkungen und Nachteile des Standes der Technik überwindet.

Gemäß einem Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung besitzt ein lineares Magnetbandmedium eine erste Oberfläche, die durch eine seitlich positionierbare, mehrere Köpfe umfassende, magnetische Lese/Schreib-Übertrager-Baueinheit zugänglich ist, sowie eine zweite Oberfläche, die durch eine optische Servo-Übertrager-Baueinheit zugänglich ist, die physikalisch mit der magnetischen Lese/Schreib-Übertrager-Baueinheit gekoppelt ist. Eine Vielzahl von linearen Datenspuren wird auf der ersten Oberfläche definiert. Jede lineare Spur ermöglicht die Speicherung von magnetischen Datenmustern, die durch einen Kopf des magnetischen Le-

se/Schreib-Übertragers geschrieben werden, der durch eine Kopf-Seitenpositioniereinrichtung dort positioniert und gehalten wird. Eine Vielzahl von sich linear erstreckenden Servomitteln wird auf der zweiten Oberfläche ausgebildet und vom optischen Servo-Übertrager gelesen, der ein Servo-Rückkopplungssignal erzeugt, um dann, wenn eine seitliche Bandbewegung auftritt, es dem magnetischen Lese/Schreib-Übertrager zu ermöglichen, den Spuren zu folgen, wenn das Bandmedium linear über den Übertrager gezogen wird.

Diese und andere Ziele, Aspekte, Vorteile und Merkmale der Erfindung ergeben sich genauer aus der folgenden detaillierten Beschreibung von bevorzugten Ausführungsformen, die in Verbindung mit der beigelegten Zeichnung erläutert werden.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 eine isometrische, stark schematisierte Struktur- und elektrische Blockdarstellung eines mehrkanaligen Magnetband-Aufzeichnungssystems, bei dem ein optischer Spur-Servo verwendet wird, um gemäß den Prinzipien der vorliegenden Erfindung eine seitliche Bandbewegung zu erfassen und für ihren Ausgleich zu sorgen,

Fig. 2 eine stark schematisierte, vergrößerte Seiten- und Querschnittsansicht einer magnetisch/optischen Kopfbau-einheit, wie sie bei dem Band-Aufzeichnungssystem der **Fig. 1** Verwendung findet,

Fig. 3 eine schematische Seitenansicht einer ersten Hauptoberfläche eines Aufzeichnungsbandes, bei dem die Prinzipien der vorliegenden Erfindung zum Einsatz kommen, wobei eine Vielzahl von linearen Aufzeichnungsspuren dargestellt ist,

Fig. 4 eine schematische Seiten- und Querschnittsansicht eines herkömmlichen magnetischen Aufzeichnungsbandes,

Fig. 4a eine schematische Seiten- und Querschnittsansicht des neuen Aufzeichnungsbandes aus **Fig. 3**, wobei eine erste Hauptoberfläche dargestellt ist, die ein magnetisches Aufzeichnungsmedium aufweist, und eine zweite Hauptoberfläche, die ein optisches Servomuster gemäß den Prinzipien der vorliegenden Erfindung aufweist,

Fig. 5 eine vergrößerte schematische Vorderansicht des Aufzeichnungsbandes aus **Fig. 4a**, die das fortschreitende Entfernen verschiedener Schichten hiervon wiedergibt,

Fig. 6 eine schematische Seitenansicht eines optischen Servomusters, das auf der zweiten Hauptoberfläche des Aufzeichnungsbandes aus **Fig. 4a** als Reihe von linearen optisch reflektierenden Servospuren ausgebildet ist,

Fig. 7 ein Flußdiagramm, das die Arbeitsweise des optischen Spurfolgeservos unter Verwendung des Servomusters aus **Fig. 6** wiedergibt, um es dem Kopf zu ermöglichen, seitlichen Bandbewegungen während des Bandbetriebes des Systems aus **Fig. 1** zu folgen,

Fig. 8A eine schematische Seitenansicht eines anderen optischen Servomusters, das auf der zweiten Hauptoberfläche des Aufzeichnungsbandes aus **Fig. 4a** ausgebildet ist,

Fig. 8B eine grafische Darstellung von elektrischen Servosignalen, die von einem optischen Servokopf der Baueinheit aus **Fig. 1** während des Abtastens eines der linearen Servomuster erzeugt werden, wie es in **Fig. 8A** dargestellt ist,

Fig. 9 ein Flußdiagramm, das die Arbeitsweise des optischen Spurfolgeservos unter Verwendung des Servomusters aus **Fig. 8A** zeigt, das es dem Kopf ermöglicht, seitlichen Bandbewegungen während des Bandbetriebes des Systems aus **Fig. 1** zu folgen,

Fig. 10A eine schematische Seitenansicht eines weiteren optischen Servomusters, das auf der zweiten Hauptoberfläche des Aufzeichnungsbandes aus **Fig. 4a** ausgebildet ist,

Fig. 10B eine grafische Darstellung der elektrischen Servosignale, die von einem optischen Servokopf der Baueinheit aus **Fig. 1** während des Abtastens des Musters aus **Fig. 10A** über eine lineare Spur während des Bandbetriebes erzeugt werden, und

Fig. 11 ein Flußdiagramm, das die Arbeitsweise des optischen Spurfolgeservos unter Verwendung des Servomusters aus **Fig. 10A** wiedergibt, das es dem Kopf ermöglicht, während des Bandbetriebes des Systems aus **Fig. 1** seitlichen Bandbewegungen zu folgen.

Detaillierte Beschreibung von bevorzugten Ausführungsformen

Wie man zunächst der **Fig. 1** entnimmt, wird ein magnetisches Aufzeichnungsband **100** durch einen Band-Laufwerksmechanismus **110** von einer Zuführspule zu einer (nicht dargestellten) Aufnahmespule längs eines nominalen linearen Bandpfades gezogen, der durch den Pfeil TP angedeutet ist. Das Band **100** wird mit einer beträchtlichen linearen Relativgeschwindigkeit, wie z. B. 3,8 m/s (150 Inch/s) bewegt. Wegen dieser hohen Relativgeschwindigkeit und des Kontaktes zwischen dem Band **100** und den mechanischen Bandführungs- und Kopfelementen des Bandlaufwerkes **110** hat die lineare Bewegung des Bandes **100** längs des nominalen Bandpfades TP gewisse unerwünschte zusätzliche Bandbewegungen zur Folge, von denen die wichtigste eine seitliche Bandbewegung bzw. Bewegung quer zum nominalen Bandpfad ist, und durch den Pfeil LTM angedeutet wird.

Wie oben erläutert, ist es, obwohl mechanische Schritte bekannt sind, um die seitliche Bandbewegung zu vermindern, bei gewissen hohen linearen Spurdichten und schmalen Spurbreiten in der Praxis nicht möglich, sich völlig auf einen Steuerungs-Bandmechanismus zu verlassen. Demgemäß umfaßt das magnetische Aufzeichnungsband **100** zusätzlich zu einem Kunststoffsubstrat (Basisfilm) **102** und einer auf eine erste Hauptoberfläche (**Fig. 4**) aufgetragenen Magnetspeicherschicht **104** ein optisches Servomuster **106**, das so ausgebildet ist, daß es an einer hinteren Hauptoberfläche des Bandes (**Fig. 4a**) beobachtet werden kann. Gemäß einem Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung wird das optische Servomuster **106** während der Bandherstellung beispielsweise durch Drucken oder Prägen aufgebracht. Eine dünne transparente Schutzschicht **109** wird über dem optischen Servomuster **106** ausgebildet, wie in den **Fig. 4a** und **5** beispielsweise gezeigt.

Das Band **100** weist eine Vielzahl von linearen magnetischen Datenspeicher-Spuren **108** auf, die in der magnetischen Speicherschicht **104** (**Fig. 3**) definiert sind. Demgemäß umfaßt das Bandlaufwerk **110** eine Mehrkanal-Magnetkopf-Struktur **112**, die eine Vielzahl von Lese- und Schreibkopfelementen besitzt, die so ausgerichtet sind, daß sie einige aber nicht alle der magnetischen Datenspeicher-Spuren **108** lesen. Die Schreibelemente sind vorzugsweise als magnetische Dünnschicht-Schreibstrukturen ausgebildet und die Leselemente können Dünnschicht- oder magnetoresistive Leselemente sein. In **Fig. 2** ist eine Kopfanordnung, die beispielsweise fünf magnetoresistive Leseübertrager umfaßt, innerhalb der Kopfstruktur **112** dargestellt. Es sind zwar fünf Köpfe gezeigt, doch werden in der Praxis zehn oder zwölf Köpfe sowohl zum Schreiben als auch zum Lesen innerhalb der Kopfstruktur **112** bevorzugt. Mit der in **Fig. 2** gezeigten speziellen Anordnung von Köpfen wird der effektive Aufzeichnungsbereich des Bandes **100** in eine Vielzahl von Zonen oder Bändern aus parallelen magnetischen Aufzeichnungsspuren **108** unterteilt, wobei in **Fig. 2** zwei Zonen **108A** und **108B** dargestellt sind. Diese Anordnung er-

fordert daher einen Kopf-Positioniermechanismus, der die Kopfstruktur **112** und Kopfanordnung **136** grob in einer speziellen Zone, beispielsweise der in **Fig. 2** gezeigten Zone **108B** und auf nominalen Spureinstellungspositionen innerhalb einer jeden Zone positioniert. Darüber hinaus muß der Kopf-Positioniermechanismus in der Lage sein, sehr schnelle Kopfpositions-Korrekturen, die den seitlichen Bandbewegungsversetzungen folgen, durchzuführen, um der seitlichen Bandbewegung zu folgen. Im allgemeinen wird dieses Erfordernis dadurch erfüllt, daß ein Kopf-Positioniermechanismus vorgesehen wird, der durch ein optisches Servomuster **106** korrigiert wird, und durch eine optische Servo-Rückkopplungsregelung **138**. Bei dem in **Fig. 2** gezeigten Beispiel wird dieses Erfordernis dadurch erfüllt, daß zwei Bänder von optischen Servomustern **106A** und **106B** vorgesehen sind.

Der in **Fig. 1** gezeigte Bandantriebsmechanismus **110** umfaßt einen seitlichen Kopf-Grobpositioniermechanismus, der beispielsweise einen inkrementalen Schrittmotor **114** und eine Führungsspindel **116** umfaßt. Der Motor **114** ist an einer Basis **118** befestigt, während die Führungsspindel **116** in drehbarer Weise an der Basis **118** zwischen dem Schrittmotor **114** und einem Lager **120** montiert sein kann. Wenn der Schrittmotor **114** die Führungsspindel dreht, folgt ein Führungsspindel-Folgeblock **122** der Führungsspindel über einen begrenzten Bereich einer bidirektionalen seitlichen Verschiebung in Abhängigkeit von der Drehrichtung der Führungsspindel **116**.

Eine Kopf-Montageplattform oder -struktur **124** trägt eine Kopf-Montage-Auslegerstruktur oder -Baueinheit **126**. Der Kopf-Montageausleger **126** umfaßt einen Schwenk- oder Drehpunkt **128**, der es dem Ausleger **126** ermöglicht, um die Plattform **124** über einen sehr begrenzten Bereich einer Drehverschiebung in einer seitlichen oder quer verlaufenden Richtung bezüglich einer Hauptlängsachse (Bewegungsrichtung) des Bandes **100** zu schwenken. Eine begrenzte Verschiebungskraft wird durch einen Schwingspulenmotor **130** geliefert, der sich auf der einen Seite des Schwenklagers **128** befindet, während eine magnetisch/optische Bandkopf-Baueinheit **132**, die die Kopfstruktur **112** und die Kopfanordnung **136** umfaßt, an der gegenüberliegenden Seite des Schwenklagers **128** vorgesehen ist. Die magnetisch/optische Bandkopf-Baueinheit **132** ist im wesentlichen U-förmig und umfaßt auf einer Innenwand die mehrkanalige Magnet-Übertragerkopf-Anordnung **112** und an einer gegenüberliegenden Innenwand einen optischen Servokopf **134**. Die Kopf-Grobpositioniervorrichtung positioniert daher die Kopfbaueinheit **132** an jeder Zone und an jedem Spurensatz innerhalb der speziellen Zone. Für jeden Spurensatz ist ein optisches Servo-Nachlaufmuster vorgesehen, so daß dann, wenn der optische Servokopf dem entsprechenden Spurmuster während der linearen Bandbewegung folgt, die Magnetkopfanordnung **136** den Spuren **108** des speziellen Spurensatzes folgt.

Eine Zuführspule **150** gibt das Band **100** in den Mechanismus **110** ab. Die Spule **150** ist vorzugsweise Teil einer nur eine Spule umfassenden Bandkassette, die einen geeigneten Kopplungsmechanismus umfaßt. Die Kassette und der Kopplungsmechanismus sind in herkömmlicher Weise aufgebaut und werden nicht weiter beschrieben. Die Spule **150** steht in Dreieingriff mit einem Zuführspulen-Antriebsmotor **152**. Eine Aufnahmespule **154** im Laufwerk **110** wird durch einen Aufnahmespulen-Antriebsmotor **156** gesteuert. Die Motoren **152** und **156** werden unabhängig voneinander von einer Motoren-Steuer-Servoschleife **158** gesteuert, um zu jedem beliebigen Zeitpunkt ein geeignetes Maß an mechanischer Spannung auf dem Band **100** unabhängig von den relativen Durchmessern der Bandwickel zu liefern, die

auf den Spulen **150** und **154** ausgebildet sind. Es ist eine Bandführungswalze **16A** gezeigt, die mit einer Bandgeschwindigkeits-Meßvorrichtung, wie z. B. einem Tachometer **23** gekoppelt ist. Das Tachometer **23** wird von der Motoren-Steuer-Schleife **158** in herkömmlicher Weise verwendet, um das relative Drehmoment zu steuern, das von jedem der Motoren **150** und **152** aufgebracht wird.

Eine Transportelektronikschaltung **160** umfaßt einen Daten- und Steuerbefehls-Schnittstellenbus **162**, der es der Transporteinheit **110** ermöglicht, mit einer Rechnerumgebung verbunden zu werden. Eine Schnittstellen-Befehls-Decodier- und Verwenderdaten-Verarbeitungseinheit **164** führt sowohl herkömmliche Bandsteuerungs-, Decodier- und Statusfunktionen sowie Kompressions- und Expansionsfunktionen für die Verwenderdaten als auch Fehler-Korrekturverfahren durch. Sie überwacht auch die Motorschleife **158**, eine Steuerschleife **168** für die Kopf-Grobpositionierung und eine Steuerschleife **170** für die Kopf-Feinpositionierung. Die Kopf-Grobpositionierungs-Steuer-schleife **168** wird verwendet, um den Schrittmotor **114** so zu steuern, daß er die Kopfstruktur **112** an jeder nominalen Spurensatz-Stelle positioniert. Es sei darauf hingewiesen, daß der Transportmechanismus **110** eine Vielzahl von parallelen Verwenderdaten-Kanälen, beispielsweise sechs bis zwölf Kanäle umfaßt und daß jede nominale Kopf-Grobposition die Kopfstruktur **112** in der Nähe eines jeden Satzes von sechs bis zwölf Spuren positioniert. Die Kopf-Feinpositions-Steuerschleife **170** spricht auf die momentane Bandpositionsinformation an, die beispielsweise von dem optischen Aufnehmerkopf **134** von einem der Servospurmuster **106** abgenommen wird, das dem Satz oder der Gruppe von linearen Spuren entspricht, denen momentan gefolgt werden soll. Jede Positionsverschiebung oder Positionsfehler, der vom optischen Kopf **134** erfaßt wird, resultiert in einem Korrekturtreiberstrom, der durch eine Schwingspule **131** des Schwingspulenmotors **130** fließt. Dieser Strom legt ein Drehmoment an die schwenkbare Doppelbalken-Struktur **126** an und die Kopfstruktur **112** wird in eine korrekte Ausrichtung mit den magnetischen Datenaufzeichnungsband-Spuren zurückgebracht, denen gefolgt werden soll, wenn der optische Kopf **134** einem speziellen Servospurmuster **106** folgt.

Die optischen Servospurmuster **106** können kontinuierliche oder diskrete Positions-Fehlersignale liefern. Jede Spur kann mit einem einzigartigen Wert oder Code codiert sein, der es dem Optokopf- und Hauptsteuermodul **164** ermöglicht, festzustellen, welcher nominalen Servospur **106** gefolgt werden soll. Vorteilhafterweise können die Servospurmuster **106** im Verlauf des Bandherstellungsprozesses ausgebildet werden, was zur Folge hat, daß keine getrennte Magnetervospur-Schreibvorgänge als Teil des Bandherstellungsverfahrens erforderlich sind. Herkömmliche Laserschreib-, Präge- oder Musteraufbring-Technologien können in Echtzeit während der Bandherstellung verwendet werden, um die Spuren **106** zu schaffen.

Wie in **Fig. 2** gezeigt, kann der optische Servokopf **134** in herkömmlicher Weise eine Laserlichtquelle **135**, einen optischen Pfad **137** mit Linsen und einem Strahlteiler **139**, eine Photodetektoranordnung **141** und einen Vorverstärker **143** umfassen, so daß ein Lichtbündel auf ein spezielles der Servomuster **106** auf der Rückhauptseite des Bandes fokussiert werden kann und sich elektronisch unterscheidbare Bandseitenbewegungs-Positionsfehler-Signale am Vorverstärker **143** ergeben. Ein sich ergebendes elektrisches Fehlersignal auf einem Pfad **145** wird zu dem optischen Servo-Rückkopplungs-Fein-Schleifensteuerblock **170** in der Steuerelektronik **160** gesandt. Der Block **170** erzeugt einen bidirektionalen Kopfpositions-Korrektur-Treiberstrom und legt

den Treiberstrom über einen Pfad **140** an die seitliche Schwingspule **131** des Schwingspulenmotors **130** an, was zu einem Servovorspannungs-Drehmoment führt.

Das Vorspannungs-Drehmoment wird über die Tragstruktur **124** und die Kopf-Montagebalken- bzw. -Auslegerstruktur **126** derart angelegt, daß die magnetisch/optische Kopfbauereinheit **132** um das Lager **126** geschwenkt wird und dabei dem Band **100** trotz des Vorhandenseins einer seitlichen Bandbewegung folgt. Idealerweise arbeitet der Feinpositions-Servo-Rückkopplungs- bzw. -Regelblock **170** kontinuierlich in Echtzeit, um Kopfpositions-Korrekturstrome an die seitliche Schwingspule des Schwingspulenmotors **130** anzulegen. Die Feinpositions-Servoschleife hat eine große Bandbreite und die Balken- bzw. Auslegereinheit **126**, die die Schwingspule **131** und die Kopfstruktur **132** umfaßt, besitzt eine kleine Masse, so daß die Positionskorrekturen sehr schnell angewandt und durchgeführt werden können, um jegliche Nachlauf- bzw. Spurfehler zu minimieren.

Der Schwingspulenmotor **130** umfaßt zusätzlich zur Schwingspule **131** einen feststehenden Teil **142**, der beispielsweise einen geeignet magnetisierten Permanentmagneten trägt. Der feststehende Teil **142** ist mechanisch an der Führungsspindel folgenden Plattform **122** durch einen geeigneten Tragstab befestigt. Die Schwingspule **131** empfängt einen Kopfpositions-Korrekturstrom über den Pfad **140** vom Feinpositions-Servo-Regelungsblock **170** und erzeugt ein Magnetfeld, das dynamisch mit einem Magnetfeld wechselwirkt, das vom Permanentmagneten des feststehenden Teils **142** geliefert wird, so daß eine Feinpositions-Korrekturkraft erzeugt wird, die die starre Auslegerstruktur **126** seitlich inkremental schwenkt, um seitliche Bandbewegungen auszugleichen. Der Schwingspulenbetätigungsmotor **130** kann eine Kombination aus einem Permanentmagneten und einer Spule umfassen oder er kann eine auf der Basis des piezoelektrischen Effektes arbeitende Bewegungsvorrichtung aufweisen. Das Schwenklager **128** für die Kopf-Montagestruktur kann relativ zum Stab **124** frei drehbar sein, wobei die Kopf-Montagestruktur **126** mechanisch in eine neutrale Position vorgespannt wird und diese Vorspannung durch die Drehkraft überwunden wird, die von der seitlichen Schwingspulen-Betätigungseinrichtung **130** angelegt wird. Alternativ hierzu kann das Schwenklager **128** an dem Stab **124** befestigt sein, der dann als Torsionsstab arbeitet, der einen begrenzten Bereich einer seitlichen Verschiebung der Kopf-Montagestruktur **126** in Antwort auf die vom Schwingspulenmotor **130** ausgeübte Antriebskraft ermöglicht.

Der optische Servokopf kann eine geeignete Anordnung einer Lichtquelle und einer Photodetektoranordnung zusammen mit geeigneten integrierten unmittelbar zugeordneten Verstärkern umfassen. Ein Beispiel eines herkömmlichen optischen Kopfes ist in der US-Patentschrift 5,615,205 von Belser mit dem Titel "Bi-Level Optical Media Having Embossed Header Format" beschrieben, deren Offenbarungsgehalt hier durch Bezugnahme mit aufgenommen wird. Ein anderer bevorzugter optischer Kopf kann ähnlich einem Kopf sein, wie er in dem Artikel von Yoshikawa, Nakanishi, Itoh, Yamazaki, Komino und Musha mit dem Titel "Laser-Detector-Hologram Unit for Thin Optical Pick-up Head of a CD Player" beschrieben wird, der in IEEE Trans. on Components, Packaging & Mfg. Tech., Teil B, Band **18**, Nr. 2 erschienen im Mai 1995, Seiten 245 bis 249 beschrieben wird, dessen Offenbarungsgehalt hier durch Bezugnahme mit aufgenommen wird.

Gemäß **Fig. 6** umfaßt ein bevorzugtes Beispiel eines Servomusters einen geraden, reflektierenden Bereich **202**. In diesem Beispiel sind zwei Photodetektoren **204** und **206** so ausgerichtet, daß sie gegenüberliegenden Kanten des gerad-

linigen reflektierenden Bereichs **202** folgen. Photodetektor **204** gibt ein elektrisches Signal **S1** ab, während der Photodetektor **206** ein elektrisches Signal **S2** erzeugt. **Fig. 7** beschreibt ein Steuerverfahren, das das Muster aus **Fig. 6** in Bezug auf einen bevorzugten Bezugspegel verwendet. In einem ersten Schritt **210** bestimmt das Verfahren, ob sich das Signal **S1** über dem Bezugspegel befindet. Wenn dies der Fall ist, veranlaßt der Verfahrensschritt **212** die Feinpositioniereinrichtung, die Kopfstruktur **126** nach unten zu bewegen. Wenn nicht, oder nach dem Verfahrensschritt **212** bestimmt ein logischer Schritt **214**, ob sich das Servosignal **S2** oberhalb des Bezugspegels befindet. Wenn ja, so veranlaßt der Verfahrensschritt **216** die Kopfstruktur **126** nach oben bewegt zu werden, und es wird zum Anfangsschritt **210** zurückgekehrt. Wenn nein, stellt ein Verfahrensschritt **218** fest, daß die Kopfstruktur **126** ordnungsgemäß mit dem Datenspurenatz ausgerichtet ist, und es wird zum Anfangs-Verfahrensschritt **210** zurückgekehrt. Dieses Verfahren der **Fig. 7** läuft, weil es vereinfacht ist, in Echtzeit ab und weist eine geeignete Dämpfung auf, so daß die Regelschleife stabil bleibt.

Fig. 8A zeigt ein anderes reflexives Servomuster. Bei diesem Beispiel sind beispielsweise fünf Spurensatz-Zonen **106A**, **106B**, **106C**, **106D** und **106E** vorhanden. Jedes Servomuster, wie z. B. das Muster für die Zone **106B** umfaßt in Längsrichtung angeordnete, geometrische, reflektierende Bereiche, wie z. B. gleichseitige Dreiecksformen, die in gleichen Abständen angeordnet sind. Wie in **Fig. 8B** gezeigt, wird das Intervall des reflektierten Lichts in Bezug auf die Periode des Auftretens des Musters verwendet, um die seitliche Position des Bandes zu ermitteln und seitliche Bandbewegungen auszugleichen. Beispielsweise hat ein Spurensatz **A** ein reflektierendes Intervall **T1**, das kurz in Relation zur Periode des Musters ist, während ein Spurensatz **B** ein reflektierendes Intervall hat, das beträchtlich länger ist und sich der Periode des Musters nähert. **Fig. 9** zeigt ein Steuerungsverfahren, das mit Hilfe des Musters aus **Fig. 8A** eine Servosteuerung der Kopfstruktur **126** realisiert. Bei dem Verfahren der **Fig. 9** bestimmt ein logischer Schritt **220**, ob die Dauer des reflektierenden Musters kürzer ist, als dies für die nominale Spurensatz-Position erwartet wird. Wenn ja, veranlaßt der Verfahrensschritt **222**, daß die Kopfstruktur **126** bezüglich des Bandes **100** beispielsweise nach unten bewegt wird. Wenn nein, oder nach dem Verfahrensschritt **222**, ermittelt ein logischer Schritt **224**, ob die Dauer des reflektierenden Musters länger ist, als dies für die spezielle Spurensatz-Stelle erwartet wird. Wenn ja, bewegt ein Verfahrensschritt **226** die Kopfstruktur beispielsweise nach oben und es wird zum Schritt **220** zurückgekehrt. Wenn nein, stellt ein Verfahrensschritt **228** fest, daß die Kopfstruktur **126** dem nominalen Spurensatz-Ort genau folgt und es wird zum Schritt **220** zurückgekehrt. Wie das Verfahren aus **Fig. 7** arbeitet das Verfahren aus **Fig. 9** kontinuierlich, um eine Feinpositionierungs-Regelung während der linearen Bewegungen des Bandes **100** durch den Mechanismus **110** zu bewirken.

Fig. 10A zeigt ein weiteres reflexives Servomuster für jeden Spurensatz-Ort. Bei diesem speziellen Muster hat ein kontinuierlicher linearer reflektierender Bereich zwei periodische seitliche reflektierende Muster längs seiner gegenüberliegenden Hauptkanten. Wie in **Fig. 10B** gezeigt, liefert ein periodisches Muster **O1** ein elektrisches Servosignal mit relativ niedriger Frequenz, während das andere periodische Muster **O3** ein elektrisches Servosignal mit relativ hoher Frequenz erzeugt. Ein kontinuierliches "Auf der Spur"-Muster **O2** hat keine periodische Komponente. **Fig. 11** zeigt ein Steuerverfahren, das das Muster aus **Fig. 10A** verwendet. Ein erster logischer Schritt **230** stellt fest, ob ein wiederhol-

ter Impuls im Servosignal vorhanden ist. Wenn nicht, stellt ein Verfahrensschritt 232 fest, daß die Kopfstruktur 126 in der erforderlichen Weise dem nominalen Spurensatz folgt und es wird zum Schritt 230 zurückgekehrt. Wenn ja, stellt ein logischer Schritt 234 fest, ob ein Hochfrequenzmuster vorhanden ist. Wenn nein, stellt ein Verfahrensschritt 236 implizit fest, daß das niederfrequente Muster vorhanden ist und bewegt die Kopfstruktur 126 beispielsweise nach unten, worauf zum Anfangsschritt 230 zurückgekehrt wird. Wenn ja, bewegt ein Verfahrensschritt 238 die Kopfstruktur 126 nach oben und kehrt dann zum Anfangs-Verfahrensschritt 230 zurück.

Das optische Servomuster kann auch von den Beugungseigenschaften der Lichtenergie Gebrauch machen, indem ein reflektierendes Muster mit überlappten Reflexionsordnungen erzeugt wird. Wenn Diffraktion verwendet wird, werden Musterbedingungen ausgewählt, die mit den sich ergebenden Diffraktions- und Reflexionsmustern kompatibel sind.

Im Vorausgehenden wurden das Verfahren und eine Vorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung anhand erläuternder Beispiele und Anwendungsmöglichkeiten bei der Magnetbandaufzeichnung zusammengefaßt und erläutert, doch ergibt sich für den Fachmann ohne weiteres, daß sich in großem Umfang variierte Ausführungsformen und Anwendungsmöglichkeiten im Bereich der technischen Lehre und des Schutzzumfangs der vorliegenden Erfindung befinden, und daß die hier dargestellten Beispiele nur der Illustration dienen und nicht in dem Sinn verstanden werden können, daß sie den Bereich der Erfindung einschränken, der sich noch genauer aus den folgenden Ansprüchen ergibt.

Patentansprüche

1. Wickel eines magnetischen Aufzeichnungsbandes, der folgendes umfaßt:

- ein langgestrecktes, kontinuierliches Stück eines flexiblen Kunststoffsubstratmaterials, das zwei Kanten besitzt und eine vordere Hauptoberfläche und eine hintere Hauptoberfläche definiert,
- ein magnetisches Speichermedium, das auf der vorderen Hauptoberfläche ausgebildet ist, wobei das magnetische Speichermedium dazu dient, eine Vielzahl von sich in Längsrichtung erstreckenden Datenaufzeichnungs- und -wiedergabe-Spuren zu definieren, von denen jede eine nominale Seitenposition bezüglich der anderen Spuren besitzt, und
- ein vorbestimmtes, optisch manifestiertes Spur-Servomuster, das auf der hinteren Hauptoberfläche definiert ist, wobei dieses Muster dazu dient, momentane seitliche Verschiebungen des Bandes weg aus der nominalen seitlichen Position der Spur während einer Bandbewegung über einen Lese/Schreibkopf anzuzeigen.

2. Magnetisches Aufzeichnungsband nach Anspruch 1, das eine Breite von 1,27 cm besitzt und eine Vielzahl von Spuren aufweist, die wenigstens eintausend Spuren umfaßt.

3. Magnetisches Aufzeichnungsband nach Anspruch 1, bei dem das optisch manifestierte Spur-Servomuster während der Herstellung des Bandes aufgebracht wird.

4. Magnetisches Aufzeichnungsband nach Anspruch 1, bei dem das optische Muster durch Drucken gebildet wird.

5. Magnetisches Aufzeichnungsband nach Anspruch 1, bei dem das optische Muster durch Prägen gebildet wird.

6. Magnetisches Aufzeichnungsband nach Anspruch 1, bei dem das optische Muster durch Musterbildung bzw. Abtragung mit Hilfe eines Laserstrahls gebildet wird.

7. Magnetisches Aufzeichnungsband nach Anspruch 1, bei dem das optische Muster durch selektives Abscheiden von lichtreflektierendem Material gebildet wird.

8. Magnetisches Aufzeichnungsband nach Anspruch 1, bei dem das optische Muster durch selektives Abscheiden von lichtabsorbierendem Material gebildet wird.

9. Informationsspeichermedium, das folgendes umfaßt:

- ein lineares magnetisches Bandmedium, das eine erste Oberfläche, die durch eine seitlich positionierbare, magnetische Mehrkopf-Lese/Schreib-Übertragereinheit zugänglich ist, und eine zweite Oberfläche umfaßt, die durch eine optische Servo-Übertragereinheit zugänglich ist, die physisch mit der magnetischen Lese/Schreib-Übertragereinheit gekoppelt ist,
- eine Vielzahl von linearen Datenspuren, die auf der ersten Oberfläche definiert sind, wobei jede lineare Spur zur Speicherung von Magnetdatenmustern dient, die mit einem Kopf des magnetischen Lese/Schreib-Übertragers geschrieben werden, während der Übertrager durch eine Kopf-Seitenpositioniereinrichtung positioniert und in dieser Position gehalten wird, und
- eine Vielzahl von sich linear erstreckenden Servoeinrichtungen, die auf der zweiten Oberfläche definiert sind und von dem optischen Servo-Übertrager gelesen werden, um ein Servo-Rückkopplungssignal zu erzeugen, um eine Spurverfolgung durch den magnetischen Lese/Schreib-Übertrager zu unterstützen, wenn das Bandmedium über diesen gezogen wird.

10. Magnetband-Aufzeichnungs- und -Wiedergabesystem zum Aufzeichnen von Daten auf einem magnetischen Aufzeichnungsband und zum Lesen der Daten vom Band mit Hilfe einer magnetischen Kopfstruktur, über die sich das Band längs eines Bandpfades innerhalb des Laufwerks bewegt, wobei die magnetische Kopfstruktur relativ zur Richtung der Bandbewegung längs des Bandpfades in Querrichtung positionierbar ist, um mit einer Vielzahl von linearen Bandspurpositionen ausgerichtet zu werden, wobei das magnetische Aufzeichnungsband folgendes umfaßt:

- ein langgestrecktes kontinuierliches Band aus einem flexiblen Kunststoffsubstratmaterial, das zwei Kanten besitzt und eine vordere Hauptoberfläche und eine hintere Hauptoberfläche aufweist,
- ein magnetisches Speichermedium, das auf der vorderen Hauptoberfläche ausgebildet ist, wobei das magnetische Speichermedium dazu dient, eine Vielzahl von sich in Längsrichtung erstreckenden Datenaufzeichnungs- und -wiedergabespuren zu definieren, wobei jede Spur eine nominale Seitenposition bezüglich der anderen Spuren besitzt, und
- ein vorbestimmtes, optisch realisiertes Spur-Servomuster, das auf der hinteren Hauptoberfläche definiert ist, wobei das Muster dazu dient, eine momentane seitliche Verschiebung des Bandes aus der nominalen Seitenposition der betreffenden Spur heraus während einer Bandbewegung über einen Lese/Schreibkopf anzuzeigen, und

wobei das Bandsystem folgende Bestandteile umfaßt:

- eine Tragbasis,
- einen Kopfschlitten, der relativ zur Tragbasis quer zum Bandpfad positionierbar ist,
- Grobpositioniereinrichtungen, die auf der Trag- 5
basis montiert sind, um den Kopfschlitten relativ zum Bandpfad in Querrichtung zu bewegen, um den Kopfschlitten an einer Spurposition zu positionieren, die aus einer Vielzahl von solchen Positionen entsprechend einer Grobpositionierinfor- 10
mation ausgewählt ist,
- Feinpositioniereinrichtungen, die auf der Grobpositioniereinrichtung montiert sind, um in schwenkbarer Weise die Magnetkopfstruktur in der Nähe des Bandpfades zu halten, 15
- wobei die Magnetkopfstruktur optische Abtasteinrichtungen zum Abtasten des optisch realisierten Spur-Servomusters und zur Erzeugung eines Positionssignals umfaßt, und
- eine Feinpositionier-Steuerschleife, die auf das 20
Positionssignal anspricht, um ein Korrektursignal zu erzeugen und an die Feinpositioniereinrichtung anzulegen, um die Magnetkopfstruktur bezüglich des Bandes in Querrichtung fein zu positionieren, damit sie einer speziellen der Datenspuren folgen 25
kann.

Hierzu 9 Seite(n) Zeichnungen

30

35

40

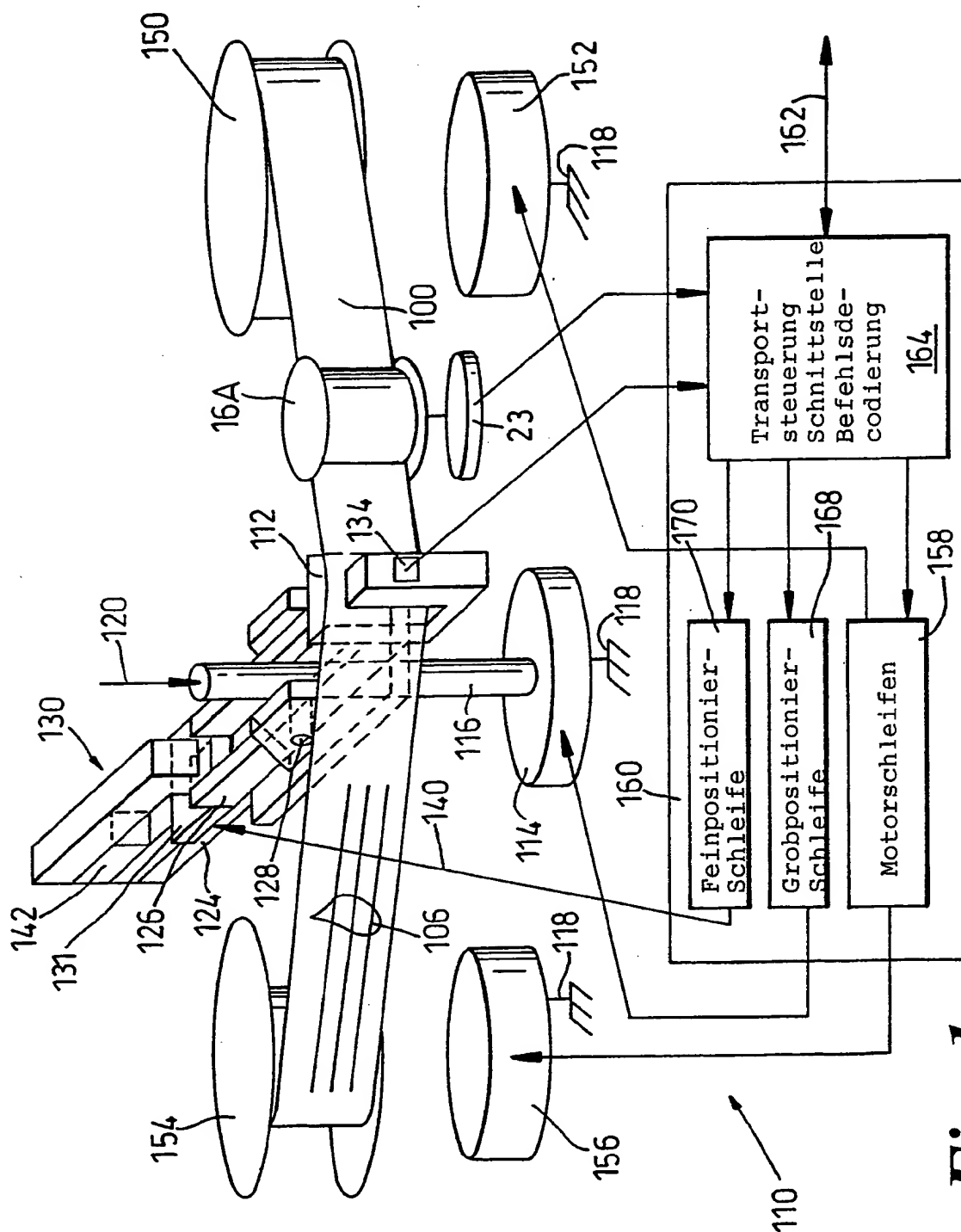
45

50

55

60

65



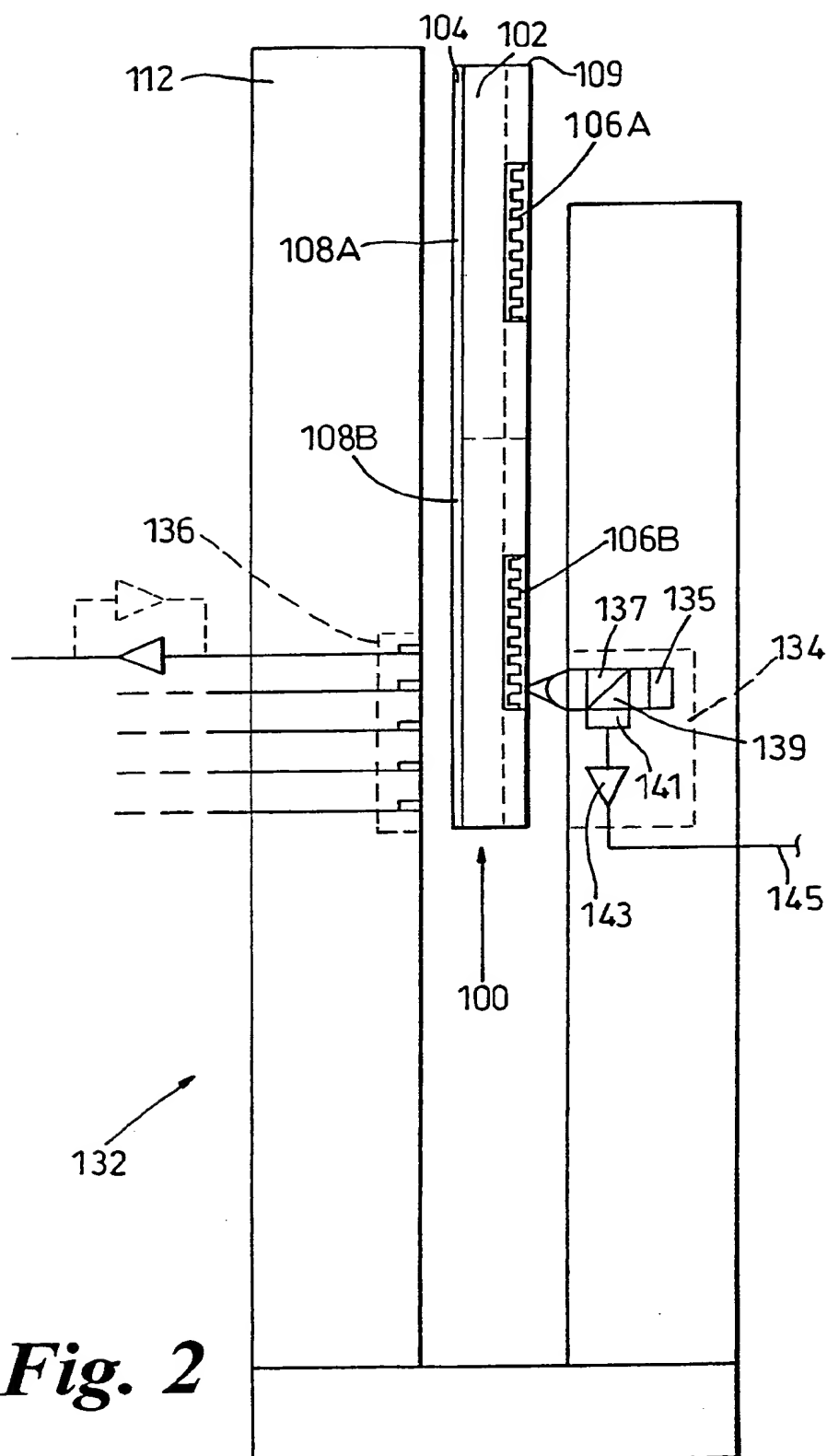


Fig. 2

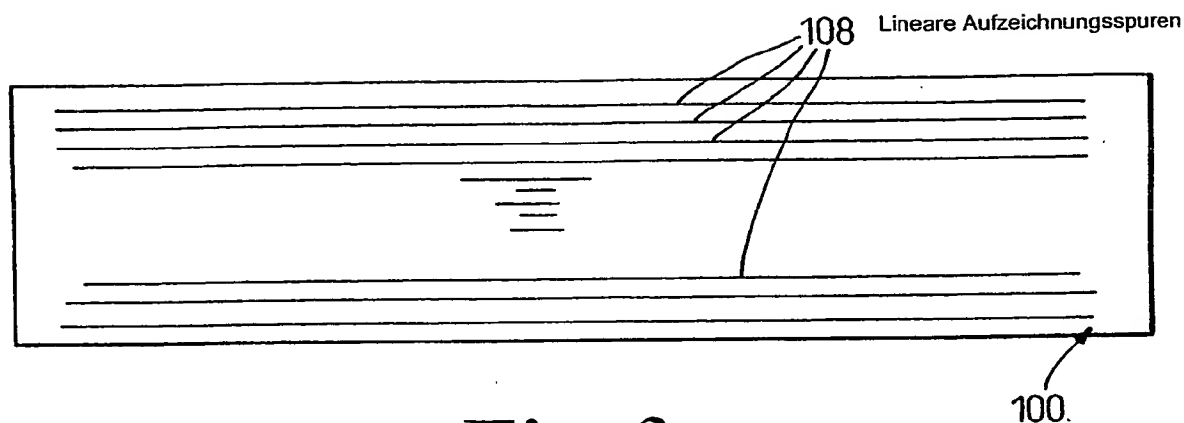


Fig. 3

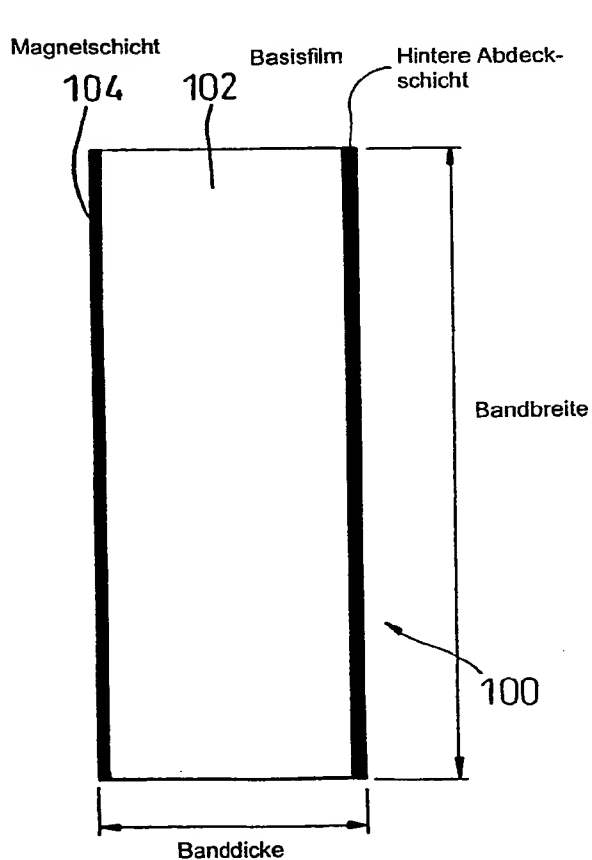


Fig. 4

STAND DER TECHNIK

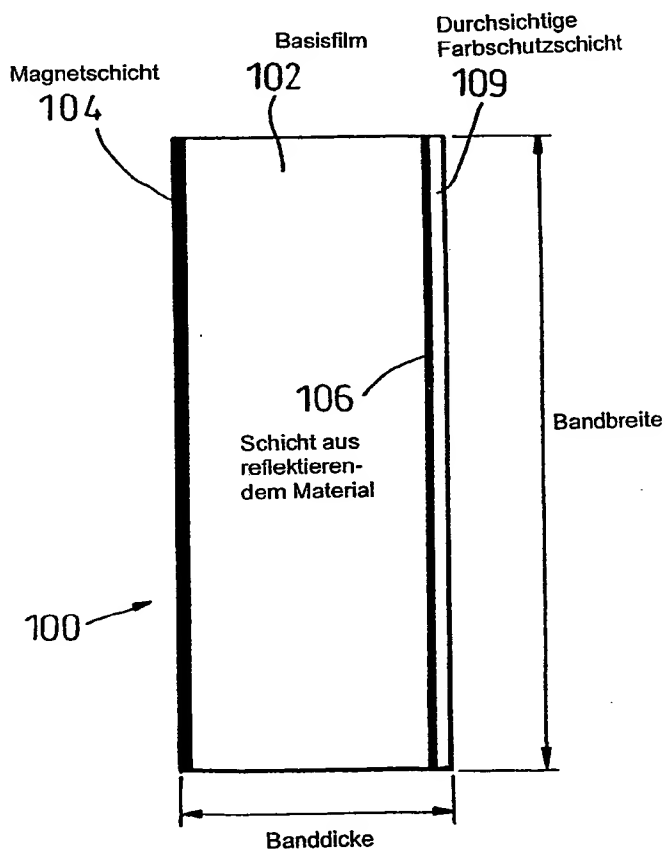


Fig. 4A

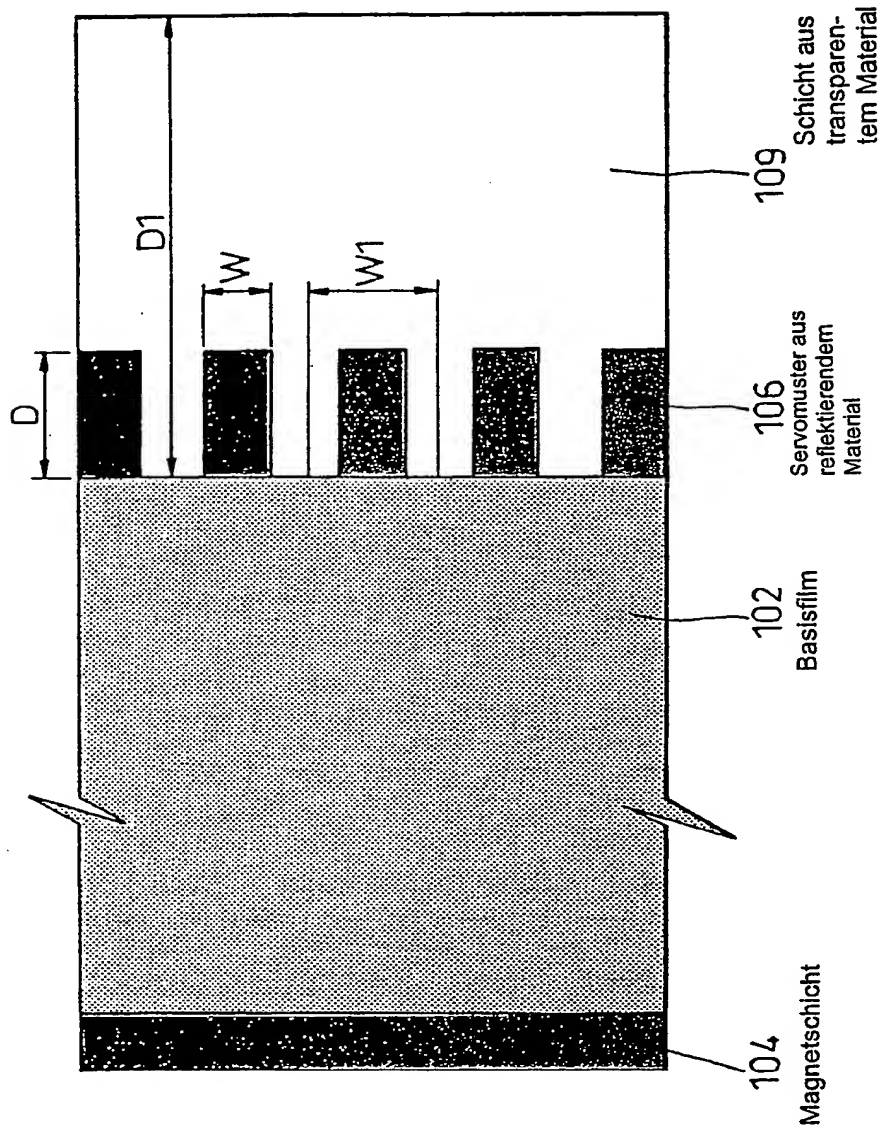


Fig. 5

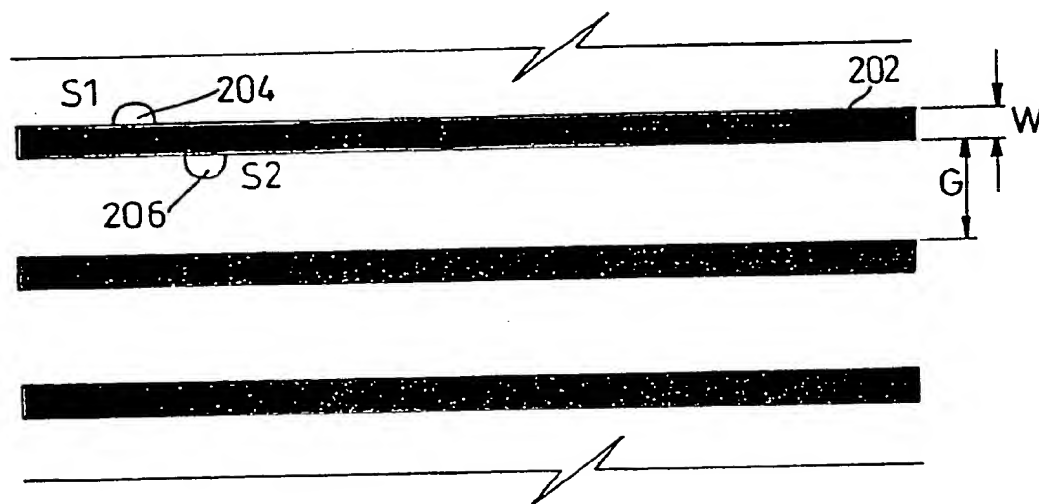


Fig. 6

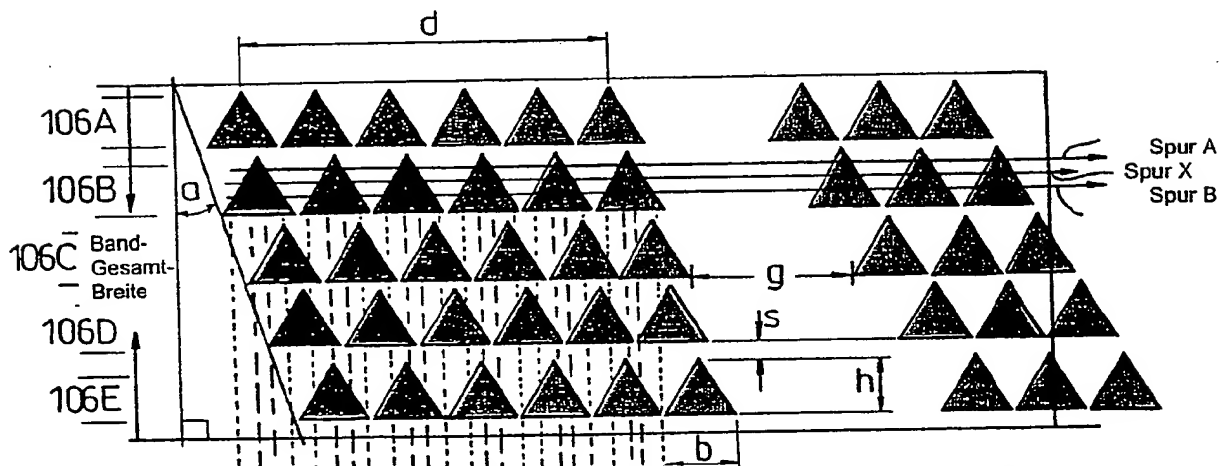


Fig. 8A

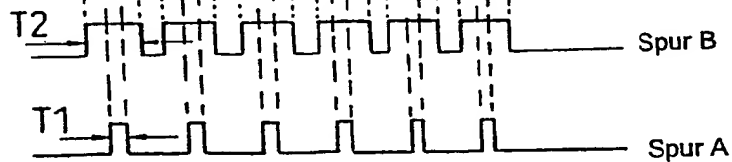


Fig. 8B

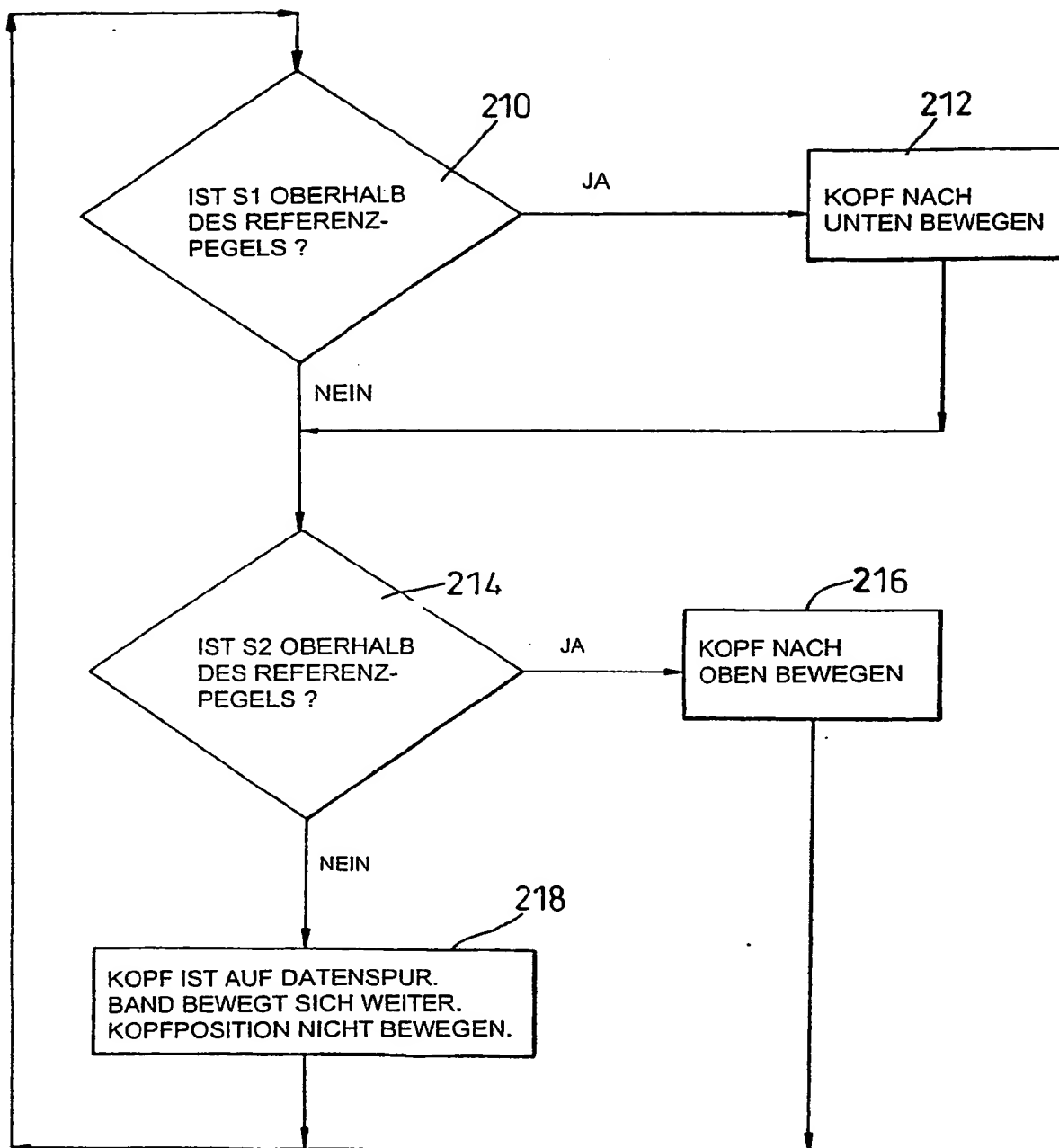


Fig. 7

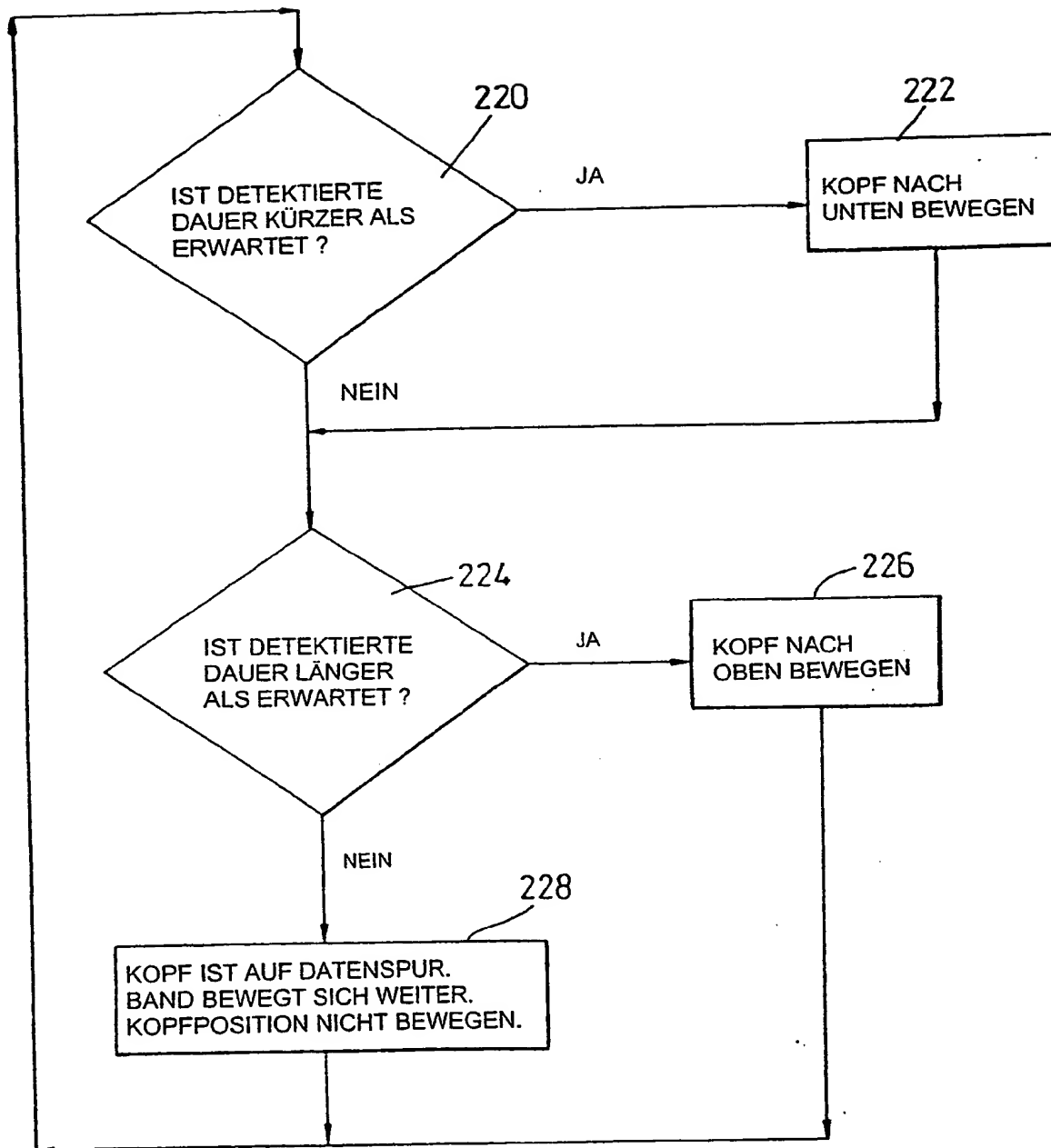


Fig. 9

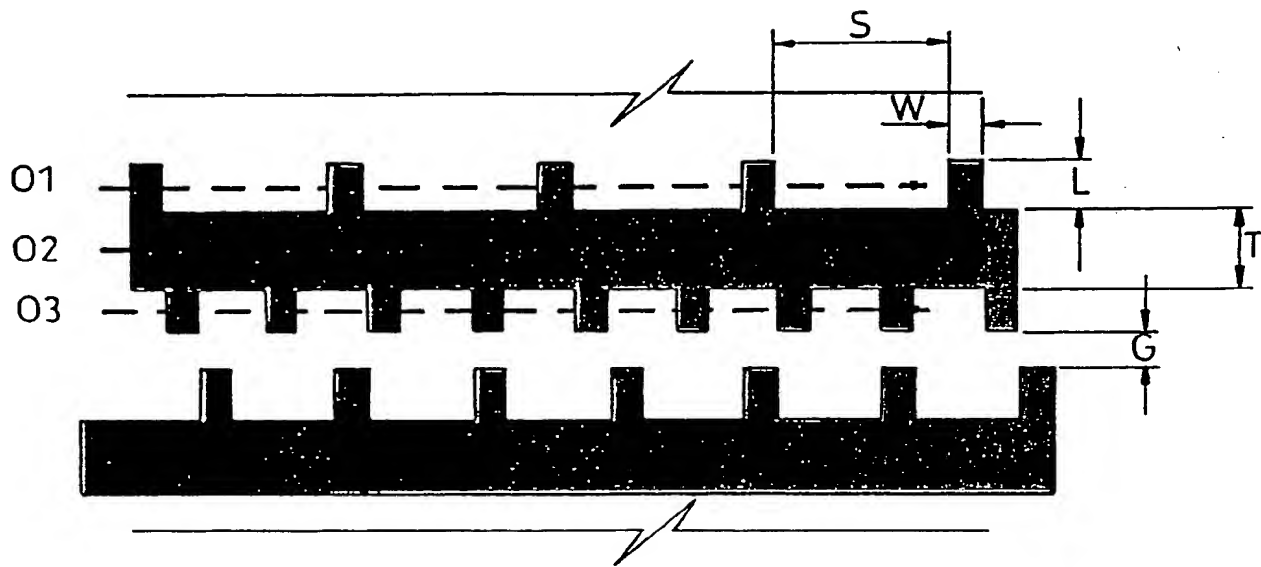


Fig. 10A

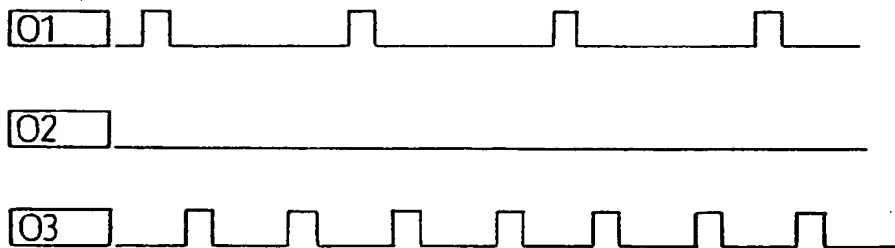


Fig. 10B

Ausgangssignal der
Detektionsschaltung

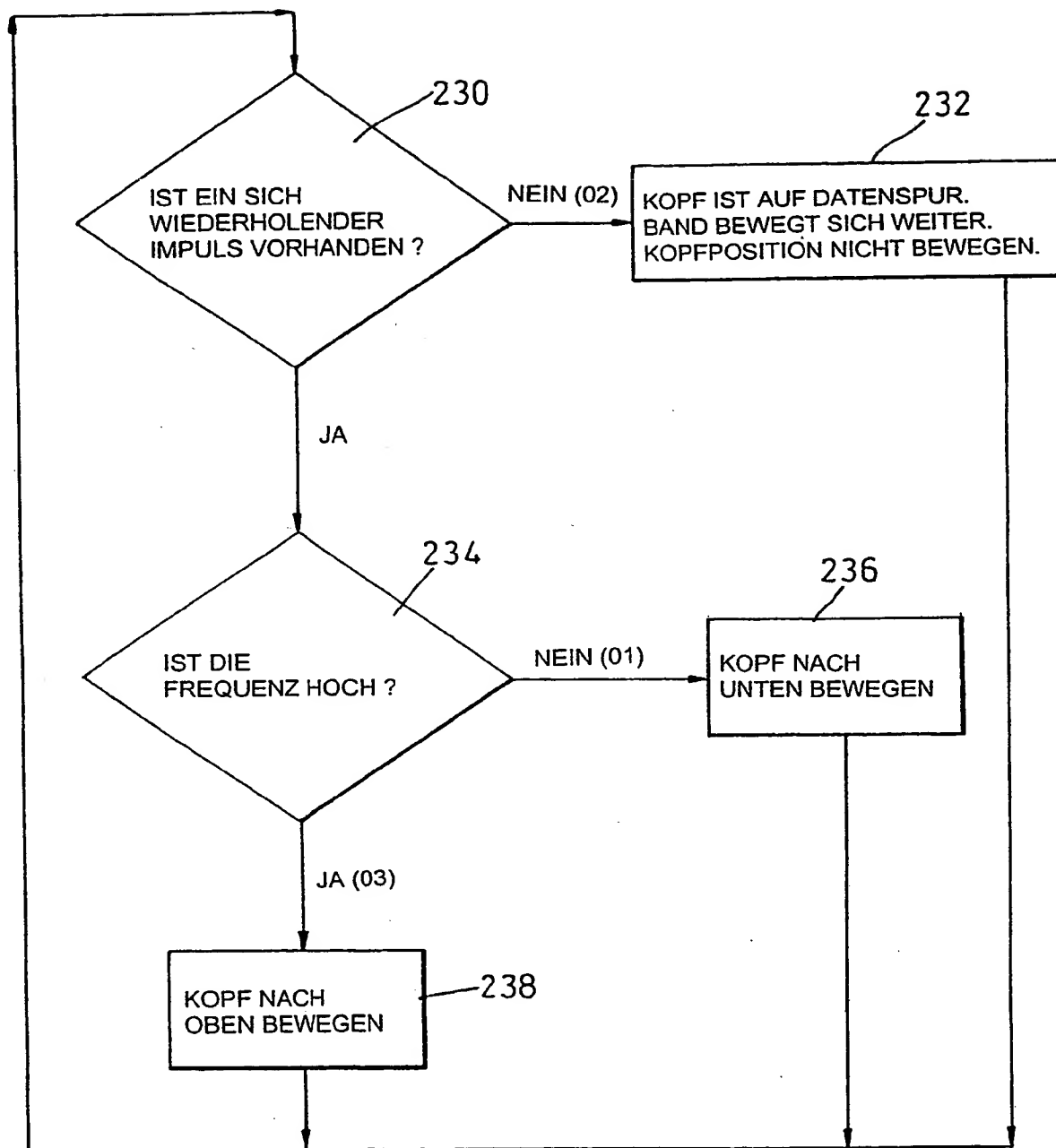


Fig. 11